

ANALISA PENGARUH PELUMAS TERHADAP GESEKAN MENGUNAKAN METODE TINKEN LOAD

¹ Amir, ²Ade Suhara, ³Fathan Mubina Dewadi, ⁴Sukarman, ⁵ Ridho Febrian
^{1 2 3 4 5} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Buana Perjuangan
Karawang

² Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Buana Perjuangan Karawang

amir ¹[@ubpkarawang.ac.id](mailto:amir@ubpkarawang.ac.id)
ade.suhara ²[@ubpkarawang.ac.id](mailto:ade.suhara@ubpkarawang.ac.id)
fathan.mubina ³[@ubpkarawang.ac.id](mailto:fathan.mubina@ubpkarawang.ac.id)
sukarman ⁴[@ubpkarawang.ac.id](mailto:sukarman@ubpkarawang.ac.id)
tm19.luthfi.ramadani ⁵ [@mhs.ubpkarawang.ac.id](mailto:tm19.luthfi.ramadani@mhs.ubpkarawang.ac.id)

Abstrak

Pelumas adalah bagian penting bagi mesin kendaraan yang beroperasi melumasi setiap mesin digunakan. Kualitas pelumas yang bagus meminimalisir terjadinya kerusakan, terutama mencegah keausan part-part mesin yang saling bergesekan. Selain sebagai pendingin mesin pelumas juga membentuk lapisan film. Lapisan ini yang berfungsi melindungi permukaan part-part mesin dari kerugian terbesar bergesekan saat mesin akan pertama kali dinyalakan. Pelumas yang mempunyai lapisan film yang bagus, akan menempel dan tidak pecah saat atau sudah mencapai suhu kerja mesin. Timken load atau wear engine adalah salah satu pengujian pelumas dengan pembebanan pada benda uji, yang berfokus pada viskositas, lapisan film, dan kemampuan pelumas melindungi part-part yang dilumasi dalam keadaan extreme.

Kata kunci: Pelumas, kualitas, mesin, Tinken load, gesekan,

PENDAHULUAN

Sistem minyak pelumas berfungsi untuk mengurangi gesekan, keausan komponen-komponen pada mesin. Sistem ini bekerja dengan mensuplai oli atau minyak pelumas ke bagian komponen-komponen mesin yang bergerak.

Pengujian pelumas dilakukan untuk mengetahui kualitas pelumas sebelum dipasarkan ke konsumen, dengan harapan pelumas yang diproduksi mempunyai kualitas baik dan mampu bersaing di pasar. Metode untuk memperkirakan besarnya friksi sudah ada sejak 2 abad lalu. Penyebab utama friksi antara dua logam adaah gaya Tarik daerah kontak dari permukaan yang secara mikroskopik tidak beraturan. Salah satu pengujian pelumas untuk mengetahui daya perlindungan pelumas terhadap gesekan salah satunya adalah metode Timken load. Timken Load atau wear machine merupakan alat uji berstandar internasional, yakni sesuai dengan American Standard Test Method (ASTM). Timken Load digunakan untuk menguji kekuatannya dari suatu pelumas terhadap beban (Load carrying capacity) dan kondisi beban extreme (extreme pressure) lainnya. Selanjutnya akan dilakukan pengukuran terhadap goresan (scare) yang terjadi pada media uji akibat gesekan terhadap permukaan metal.

Timken load atau *wear machine* adalah proses pengujian untuk mengetahui kemampuan lapisan film pelumas dalam melindungi terhadap gesekan dengan beban *extreme*. Degradasi minyak pelumas tergantung pada tingkat keparahan kondisi mesin dan lamanya penggunaan. Minyak pelumas yang sudah terkontaminasi baiknya diganti secara teratur setelah sekurang-kurangnya mencapai interval penggantian pelumas.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Pelaksanaan penelitian untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini adalah membantu menentukan dan mengetahui jenis pelumas yang baik dari segi perlindungan terhadap gesekan, berkaitan dengan lapisan film, yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap pemakaian pelumas dalam melindungi mesin dan penggantian pelumas dalam interval waktu tertentu.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama bulan terhitung dari Februari sampai dengan 31 Agustus 2022. Penelitian dan pengujian ini dilaksanakan Laboratorium Terpadu Teknik Mesin Universitas Buana Perjuangan Karawang.

Target/Subjek Penelitian

Populasi

Untuk mendukung penelitian ini dilakukan metode pengumpulan data pendukung dengan cara inspeksi lapangan, pemeriksaan secara visual, pengambilan benda uji, pengujian material, dan data-data teknis yang lain seperti spesifikasi, desain, dan termasuk data kerusakan yang terjadi, data operasi, dan latar belakang dan pengujian pelusan terhadap gesekan.

Responden

Responden merupakan bagian dari populasi yang mewakili populasi tersebut, yang diambil menurut prosedur tertentu (Suyito & Sodik, 2015). Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Cluster sampling* (Area sampling). Teknik sampling daerah dipakai untuk menentukan sampel jika objek yang akan diteliti atau sumber data sangat luas, seperti misalnya penduduk dari suatu negara, provinsi atau dari suatu kabupaten (Suyito & Sodik, 2015). Sampel dalam penelitian ini yaitu rantai konveyor yang mengalami kegagalan yaitu berupa putusnya rantai konveyor tersebut

Prosedur Penelitian

“Prosedure pengujian diawali dengan Menyiapkan bahan yang mau diuji dan SOP pengujian yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Mesin Universitas Buana Perjuangan Karawang.

Prosedur dalam penelitian ini merupakan tahapan-tahapan yang digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data dan menjawab permasalahan yang menjadi fokus penelitian. Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi pendahuluan, rumusan masalah, penetapan tujuan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan tema yang diangkat oleh peneliti yaitu *Analisis pengaruh pelumas terhadap gesekan dengan menggunakan metode Tinen Load*.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendukung penelitian ini dilakukan metode pengumpulan data pendukung dengan cara inspeksi lapangan, pemeriksaan secara visual, pengambilan benda uji, pengujian material, dan data-data teknis yang lain seperti spesifikasi, desain, dan termasuk data Pelumas, data operasi pengujian, pengumpulan data dalam penelitian ini adalah Melakukan pengamatan secara visual terhadap pengujian pelumas.

Perancangan Alat Uji

Gambaran Umum Alat

Ide dan Desain alat uji Pelumas Berdasarkan *Timken Load* menggunakan perangkat lunak CAD. Dudukan (*base*) alat uji menggunakan siku ukuran 35 x 35 x 3 (mm). Tempat dudukan specimen benda uji menggunakan batang berulir (*Full thread*) M12. Motor menggunakan bekas Pompa Air dengan putaran maksimal 2900 rpm. Bearing sebagai media pengujinya menggunakan tipe *Deep Grove Ball Bearing* merek koyo dengan kode 6203, namun dilas mati karena hanya dibutuhkan permukaan luar bearing. Pemberat menggunakan anak timbangan dengan ukuran 1 KG.



Gambar Bentuk Sederhana Alat Analisa Peluma

Spesifikasi Alat Uji Pelumas

Berikut ini spesifikasi alat uji sederhana yang penulis buat untuk mengamati proteksi pelumasan terhadap gesekan.

1. Motor Penggerak

Motor penggerak disini digunakan untuk memutar *spindle test cup*.

Spesifikasi Motor Penggerak yang digunakan adalah:

- Motor AC 125W
- Tegangan kerja 220 VAC
- Arus 1.3 Amper
- Putaran Maksimal 2900 Rpm

2. *Spindle Test Cup*

Menggunakan ball bearing yang di las mati, agar mendapat permukaan luar bearing yang keras sebagai media untuk menggesek benda uji. Spesifikasi bearing yang digunakan adalah:

- Deep Groove Ball Bearing kode 6203 (*merk KOYO*)
- ID 17 mm; OD 40 mm; th 12 mm
- Basic Load Rating: Dynamic 9.6 kN; Static 4.6 kN
- Limited Speed: Grease 18000 r/min; oil 21000 r/min

3. Lengan *Test Block*

Menggunakan besi baja *long drat* dengan ulir M12 dengan NUT 3 buah.

4. Benda uji (*Specimen*)

Menggunakan Stainless Steel 201 diameter 6 mm, Komposisi Stainless Steel Grade 201.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Cara kerja alat penguji pelumas

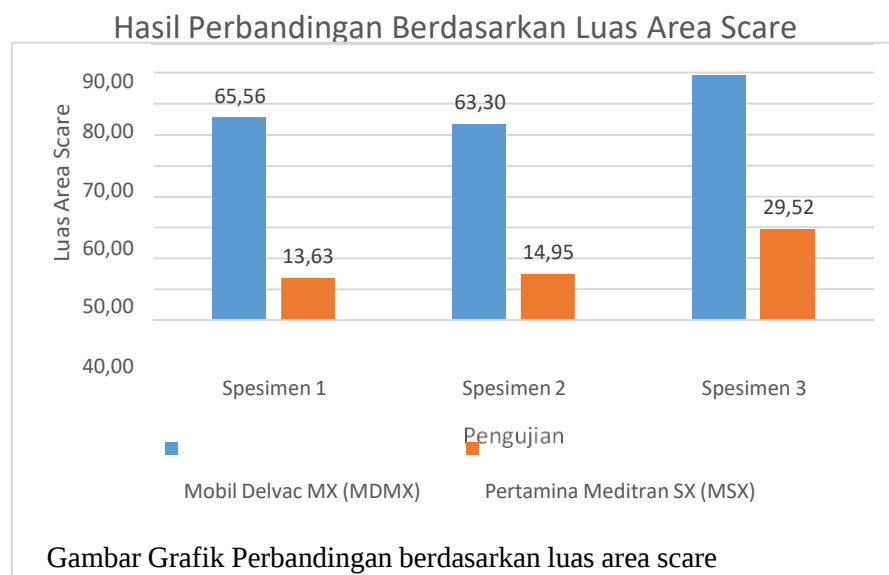
Pelumas yang ingin diuji dimasukkan kedalam *Oil Container* dan diberi pemberat pada ujung lengan benda uji. Benda uji diletakan di *Arm test block*, kemudian motor dinyalakan, motor memutar *spindle test cup* dan terjadilah proses gesekan.

Pembahasan

Hasil pengujian dicatat dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengamati hasil pengujian yang dilakukan, yaitu keausan yang dihasilkan antara pelumas, *Spindel Test Cup*, dan benda uji (*specimen*).

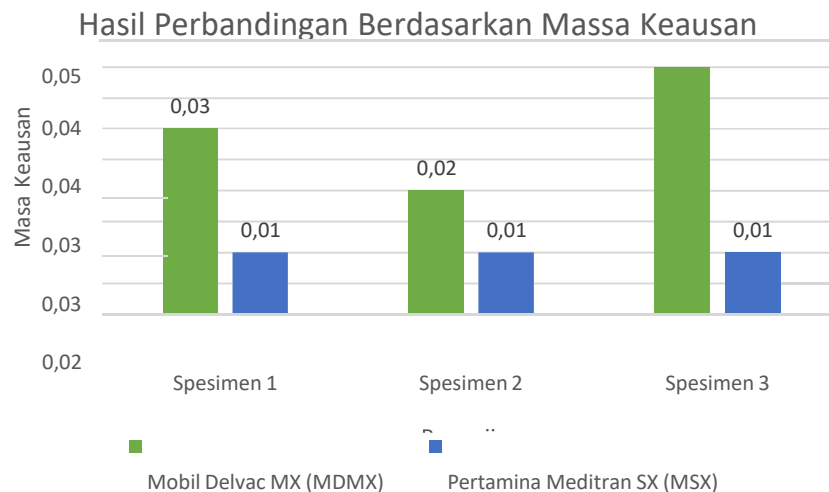
Hasil Pengujian Pelumas 15W-40 Berdasarkan Luas Area Scare

Percobaan	Mobil Delvac MX		
	x (mm)	y (mm)	Area (mm ²)
Specimen 1	2.90	7.20	65.56
Specimen 2	2.80	7.20	63.30
Specimen 3	3.20	7.90	79.38
Percobaan	Pertamina Meditran SX		
	x (mm)	y (mm)	Area (mm ²)
Specimen 1	1.40	3.10	13.63
Specimen 2	1.40	3.40	14.95
Specimen 3	2.00	4.70	29.52



Hasil Pengujian Pelumas 15W-40 Berdasarkan Massa Keausan

Percobaan	Mobil Delvac MX		
	Massa awal (g)	Massa akhir (gr)	Keausan (gr)
Specimen 1	6.40	6.37	0.03
Specimen 2	6.76	6.74	0.02
Specimen 3	7.00	6.96	0.04
Percobaan	Pertamina Meditran SX		
	Massa awal (g)	Massa akhir (gr)	Keausan (gr)
Specimen 1	6.39	6.38	0.01
Specimen 2	6.76	6.75	0.01
Specimen 3	6.99	6.98	0.01

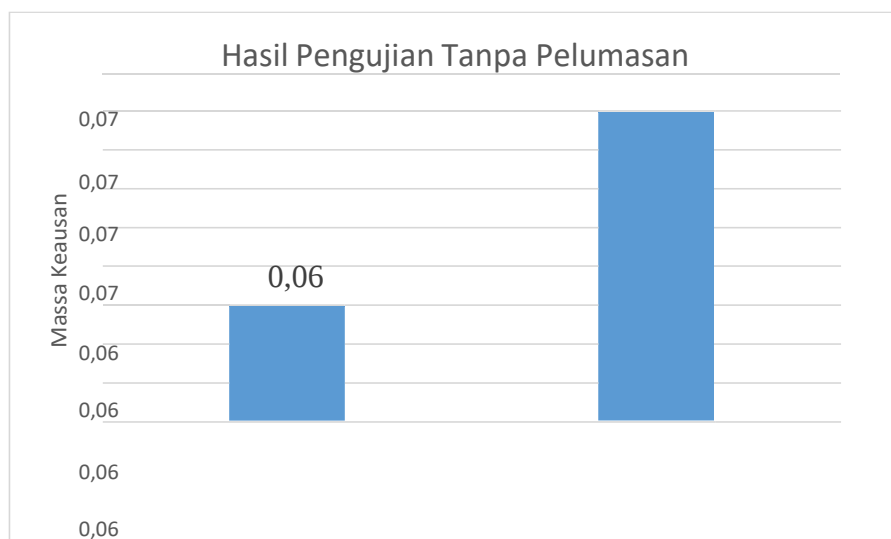


Gambar Grafik perbandingan berdasarkan massa keausan

Hasil pengujian tanpa pelumasan

Percobaan	Tanpa Pelumasan		
	x (mm)	y (mm)	Area (mm ²)
Specimen 1	3.80	9.50	113.35
Specimen 2	3.90	9.90	121.24

Percobaan	Tanpa Pelumasan		
	Massa awal (g)	Massa akhir (gr)	Keausan (gr)
Specimen 1	6.53	6.47	0.06
Specimen 2	6.90	6.83	0.07



Gambar Grafik Hasil Pengujian tanpa Pelumasan

Analisa Perhitungan Keausan

Prosedur pengujian keausan menggunakan alat uji sebagai berikut :

- Sebelum specimen diuji ditimbang terlebih dahulu.
- Pemasangan specimen pada alat uji.
- Mengatur dan memberi pembebanan pada benda uji.
- Mulai proses pengujian keausan dengan melakukan tanpa pelumasan dan pelumasan selama 5 menit.
- Setelah waktu pengujian selesai. Ambil specimen kemudian bersihkan dan ditimbang.

1) Pengujian rata-rata keausan tanpa pelumasan

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.5 rata-rata nilai keausan sebesar 0.065 gram dan nilai laju keausan selama 5 menit sebesar $4.63 \times 10^{-13} \text{ m}^3/\text{N.m}$ Perhitungan laju keausan:

$$\begin{aligned}\Delta V &= \frac{\Delta m}{\rho} \\ &= \frac{0.065 \text{ gr}}{7.86 \text{ gr/cm}^3} \\ &= 0.00827 \text{ cm}^3 \\ &= 8.27 \times 10^{-9} \text{ m}^3 \quad \leftarrow\end{aligned}$$

Sliding distance adalah keliling lingkaran x rpm x waktu pengujian, dengan diameter spindle test cup 40 mm, n 2900 rpm, t 5 menit, maka

$$L = \pi D * n * t$$

$$L = 3.14 * 40 * 2900 * 5$$

$$L = 821200 \text{ mm}$$

$$L = 1821.2 \text{ m}$$

Selanjutnya hasil dari perhitungan volume Aus digunakan untuk menghitung laju keausan (*specific wear rate*) dengan $F = W = m.g$ (9.8 N).

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{\Delta V}{F \cdot l} \\
 &= \frac{8.27 \times 10^{-9} \text{ m}}{9.8 \text{ N} \cdot 1821.2 \text{ m}} \\
 &= \frac{8.27 \times 10^{-9} \text{ m}}{17847.76 \text{ N.m}} \\
 &= 4.63 \times 10^{-13} \text{ m}^3/\text{N.m} \quad \leftarrow
 \end{aligned}$$

2) Pengujian rata-rata keausan pelumasan Mobil Delvac MX

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.5 rata-rata nilai keausan sebesar 0.03 gram dan nilai laju keausan selama 5 menit sebesar $2.14 \times 10^{-13} \text{ m}^3/\text{N.m}$
Perhitungan laju keausan:

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= \frac{\Delta m}{\rho} \\
 &= \frac{0.03 \text{ gr}}{7.86 \text{ gr/cm}^3} \\
 &= 0.00381 \text{ cm}^3 \\
 &= 3.81 \times 10^{-9} \text{ m}^3 \quad \leftarrow
 \end{aligned}$$

Sliding distance adalah keliling lingkaran x rpm x waktu pengujian, dengan diameter spindle test cup 40 mm, n 2900 rpm, t 5 menit, maka

$$\begin{aligned}
 L &= \pi D \cdot n \cdot t \\
 L &= 3.14 \cdot 40 \cdot 2900 \cdot 5 = 1821200 \text{ mm} \\
 L &= 1821.2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil dari perhitungan volume Aus digunakan untuk menghitung laju keausan (*specific wear rate*) dengan $F = W = m \cdot g$ (9.8 N).

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{\Delta V}{F \cdot l} \\
 &= \frac{3.81 \times 10^{-9} \text{ m}}{9.8 \text{ N} \cdot 1821.2 \text{ m}} \\
 &= \frac{3.81 \times 10^{-9} \text{ m}}{17847.76 \text{ N.m}} \\
 &= 2.14 \times 10^{-13} \text{ m}^3/\text{N.m} \quad \leftarrow
 \end{aligned}$$

3) Pengujian rata-rata keausan pelumasan Meditran SX

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.5 rata-rata nilai keausan sebesar 0.01 gram dan nilai laju keausan selama 5 menit sebesar $7.13 \times 10^{-14} \text{ m}^3/\text{N.m}$ Perhitungan laju keausan:

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= \frac{\Delta m}{\rho} \\
 &= \frac{0.01 \text{ gr}}{7.86 \text{ gr/cm}^3} \\
 &= 0.00127 \text{ cm}^3 \\
 &= 1.27 \times 10^{-9} \text{ m}^3 \quad \leftarrow
 \end{aligned}$$

Sliding distance adalah keliling lingkaran x rpm x waktu pengujian, dengan diameter spindle test cup 40 mm, n 2900 rpm, t 5 menit, maka

$$\begin{aligned}
 L &= \pi D \cdot n \cdot t \\
 L &= 3.14 \cdot 40 \cdot 2900 \cdot 5 = 1821200 \text{ mm} \\
 L &= 1821.2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil dari perhitungan volume Aus digunakan untuk menghitung laju keausan (*specific wear rate*) dengan $F = W = m \cdot g$ (9.8 N)

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{\Delta V}{F \cdot l} \\
 &= \frac{1.27 \times 10^{-9} \text{ m}}{9.8 \text{ N} \cdot 1821.2 \text{ m}} \\
 &= \frac{1.27 \times 10^{-9} \text{ m}}{17847.76 \text{ N.m}} \\
 &= 7.13 \times 10^{-14} \text{ m}^3/\text{N.m} \quad \leftarrow
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Kesimpulan

Alat yang dirancang ini berhasil digunakan untuk menganalisa dan membandingkan pelumas dengan sampel viskositas yang sama, sertifikasi yang sama dan *product data sheet (PDS)* yang hampir sama berdasarkan hasil keausan, baik berupa luas area *scare* dan volume keausan.

Hasil penelitian memperlihatkan perbedaan baik hasil maupun pada saat proses pengujian berlangsung. Kondisi tanpa pelumasan sebagai pembanding dari kondisi yang berpelumas menjadi buktinya. Dari hasil pengujian Pelumas Mobil Delvac MX yang notabene harganya sedikit lebih mahal dari Pertamina Meditran SX, ternyata dengan pengujian yang sama Pertamina Meditran SX memberikan gambaran perlindungan berupa lapisan film (*film strange*) yang bagus dalam pengujian kondisi *extreme*.

Dengan mengetahui kualitas pelumas dalam melindungi antar gesekan dalam keadaan *extreme*, diharapkan membantu dalam memilih pelumas yang ingin digunakan pada kendaraan kesayangan

Saran

1. Alat uji yang dirancang dengan beban 1 kg bisa juga digunakan untuk variasi beban yang lebih.
2. Material specimen benda uji bisa diganti dengan material lain misalnya besi, baja, atau aluminium untuk mengetahui nilai keausan yang dihasilkan.
3. Alat ukur yang digunakan saat pengujian ini bias ditingkatkan lagi dengan alat ukur yang tingkat kepresisiannya lebih baik, agar menghasilkan hasil pengukuran atau pengambilan data yang lebih akurat.
4. Untuk penelitian berikutnya, alat uji kedepannya juga bisa digunakan untuk mengamati bahan aditif pelumas yang menawarkan *anti wear* yang diklaim melindungi gesekan antar metal

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM International. (2000). "Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus". *Annual Book of ASTM Standards*. Test no. G 99- 99a. Perez, A.T. Fatjo, G.G.A. Hadfield, M. dan Austen, S. (2011). "A model of friction for pin-on-disc configuration with imposed pin rotation". *Mechanism and Machine Theory*. 1755-1772
- [2] ASTM International. (2010). "Standard Test Method for Measurement of Extreme Pressure Properties of Lubrication Fluids (Timken Method)". *Annual Book of ASTM*

Standards. Test no. D 2782-01.

- [3] AZO Material, 2018. Stainless Steel 201 (UNS S 20100).
- [4] Czichos, H. Saito, T. dan Smith, L. (2006). “Springer handbook of Materials Measurement Methods”. *Quantitative Assessment of Wear*. 701.
- [5] Mulyawan, R.B. (2008). *Studi Kasus Sistem Pelumasan dan Pengaruhnya Terhadap Sistem Komponen Mesin*. Skripsi pada Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.; tidak diterbitkan.
- [6] Suhartono, G.G. (2017). *Studi Eksperimental Pengaruh Bentuk Pin Contact Surface Terhadap Keausan dan Volume Aus pada Pengujian Reciprocating Tribometer*. Skripsi pada Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.; tidak diterbitkan.
- [7] Syafa’at, I. (2008). Tribologi, *Daerah Pelumasan dan Keausan*. Skripsi pada Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.; tidak diterbitkan.
- [8] Tippayawong, N. dan Sooksarn, P. *Assessment of lubricating oil degradation in small motorcycle engine fueled with gasohol*. Maejo Int. J. Sci. Thecnol. 2010, ISSN: 1905-7873.